(19) (11) Publication number: **57036887 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: **55112170**

(22) Application date: **14.08.80**

(51) Intl. Cl.: **H01S 3/18 H01S 3/096**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **27.02.82**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL**

(72) Inventor: **MIHASHI YOSHINOBU**
SHIMADA JUNICHI

(74) Representative:

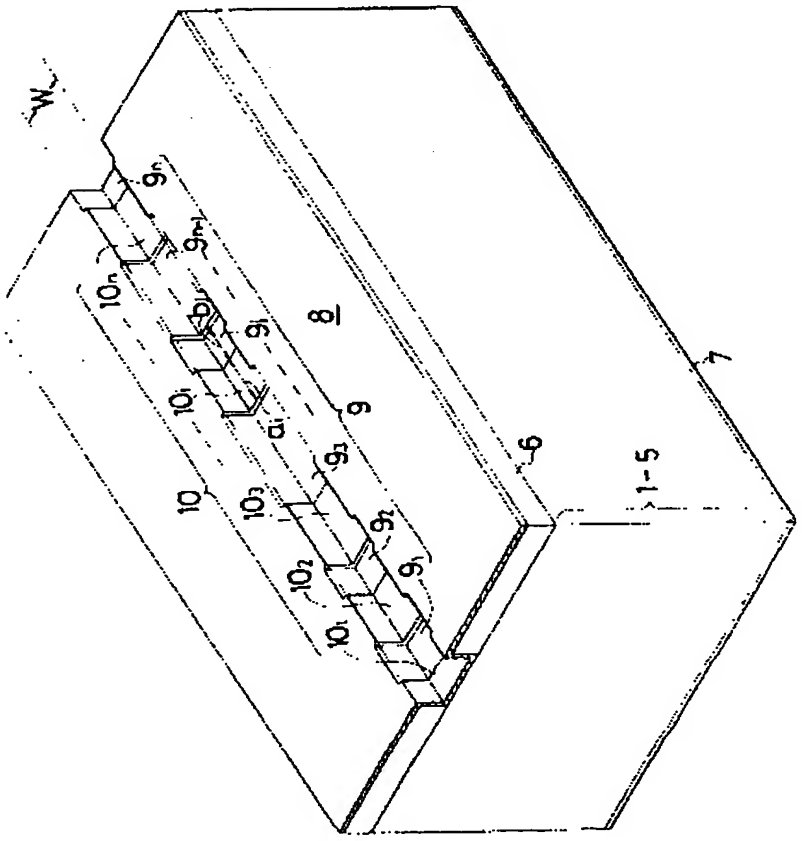
(54) SEMICONDUCTOR LASER

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a stable and reliable multimode oscillation semiconductor laser by forming an electrode region to which current is injected of small regions of irregular pattern.

CONSTITUTION: A region to become a substantial current injection electrode 10 to a laser active layer is so formed with positive electricity 8 of small electrode regions 10i spaced logitudinally from each other, and can be entirely seen as irregular electrode pattern. An insulating film is interposed between the insulating parts 9i between the adjacent small electrode parts. When current is injected to the semiconductor laser having thus irregular electrode pattern in this manner, the excitation carrier density of oscillating direction of the laser becomes irregular. Accordingly, the oscillation spectrum can be multimode instead of single longitudinal mode.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio



⑲ 日本国特許庁（JP）　　⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報（A）　　昭57—36887

⑤Int. Cl.³	識別記号	庁内整理番号	⑬公開　昭和57年(1982) 2月27日
H 01 S 3/18		7377—5F	
3/096		7377—5F	発明の数　1
//G 11 B 7/00		7247—5D	審査請求　有

（全 6 頁）

⑭半導体レーザ

⑳特　　願　昭55—112170
㉒出　　願　昭55(1980) 8月14日
㉑発 明 者　三橋慶喜
茨城県新治郡桜村梅園1丁目1番4号電子技術総合研究所内
㉑発 明 者　島田潤一
茨城県新治郡桜村梅園1丁目1番4号電子技術総合研究所内
㉑出 願 人　工業技術院長
㉔指定代理人　工業技術院電子技術総合研究所長

明　細　書

1. 発明の名称

半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

(1) 電流注入型半導体レーザにおいて、レーザ活性層へ電流を注入する正負電流注入電極領域の少くとも一方を、全体として不規則なパターンとなる複数の小電極領域から構成したことを特徴とする半導体レーザ。

(2) 小電極領域は、互いに間に絶縁部分を介しており、幅及び長さの少くともいづれか一方が様々に異なつていることを特徴とする特許請求の範囲(1)に記載の半導体レーザ。

(3) 小電極領域は互いに連続して設けられ、幅及び長さが様々に異つていることを特徴とする特許請求の範囲(1)に記載の半導体レーザ。

(4) 小電極領域を少くとも二つの群に分け、各群に夫々異る周波数のバイアス電流源を接続して成ることを特徴とする特許請求の範囲(1)に記載の半導体レーザ。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体レーザ、殊に高出力、長寿命、高信頼性を保ちながらもマルチモード発振を可能とした半導体レーザに関する。

半導体レーザの発振光を光学系を用いて、情報媒体に集束照射し、照射光の一部を情報媒体で反射させて同一の光学系を通してもとの半導体レーザに帰還すると、半導体レーザの光出力や端子電圧が変化ずる。この変化は半導体レーザの自己結合効果と呼ばれ、光ディスクなどの情報媒体の信号読取用ピックアップとして応用できることが知られている。

一方、近年の半導体レーザの特性改良は目ざましく、高出力化、長寿命化はほぼ目標を達成した。発振スペクトルの制御も様々な構造や工夫で可能となり、横モードの発生が抑い、単一縦モード発振が普通になつた。これに伴い、半導体レーザ光の可干渉性は著しく向上し、H_e—N_eレーザ以上のものも得られている。

しかしながら、半導体レーザの可干渉性の向上は、半導体レーザの応用を進める上で、思わぬ問題を提起した。すなわち、半導体レーザの自己結合効果を用いた光メモリ、たとえば光ディスク用ピックアップでは、半導体レーザと情報媒体との距離は数cmであることが望ましく、事実、そのようなものが開発されているが、この距離は、半導体レーザの可干渉距離内となり、情報媒体から反射して、もとの半導体レーザに戻る光は、もとの発振光と干渉することになる。このため、光ディスクの微小な振動に対応して、光出力が変化したりあるいは、注入電流に対する光出力特性が非線形となる事態が生じ光ディスクの信号読取のS N比が低下したり、場合によつては、光ディスク読取時の焦点制御のためのウオブリングによる信号検出が不可能になる。また、光ファイバを用いた光通信システムにおいても、半導体レーザ光を光ファイバに結合する時に、発振光の一部が光ファイバ端面で反射し、もとの半導体レーザに戻るため、いわば好

むと好まざるとにかかわらず、半導体レーザの自己結合効果が起きて、光出力の変動を起す問題がある。

半導体レーザの単一縦モード発振は、このように、各種の問題を引起したため、光通信システムでは、1 GHz以下、100 MHz程度の帯域で、光源としては縦モードマルチの半導体レーザを用いることが望ましいという現状である。また、光ディスクなどの光メモリ用ピックアップとして半導体レーザの自己結合効果を用いる場合にもマルチモード発振の半導体レーザが望ましいものとなつている。しかし、これも、高出力、長寿命等の諸特性が満足されての話であつて、在来のマルチモード・レーザをそのまま採用することはできない。

というのも、半導体レーザの特性改良の歴史を省みると判かるように、従来のマルチモード・レーザは、意図してマルチモード化していたのではなく、半導体結晶育成時に生ずる結晶欠陥や導波路構造の不均一性等に基いてそうならざ

るを得なかつたのであり、マルチモード発振レーザと言えば小出力、短寿命等の悪い特性のレーザと言うのと同じだつたからである。

本発明は以上に鑑み、高出力、長寿命という特性改良の進んだ単一縦モード半導体レーザと同等以上の性能を保ち、信頼性の高いマルチモード発振レーザを提供せんとするものである。

本発明はまた、特性の勝れた昨今の単一縦モード発振半導体レーザの構成部分としての電流注入電極に積極的な改変を施すことにより、諸特性を良好に保ちながら、マルチモード発振化に成功したものと言うこともできる。

以下、本発明の実施例に就き説明するが、以上のような本発明改変を施す対象となる電流注入形半導体レーザとして、第1図に従来の単一縦モード半導体レーザの一例を示している。

このレーザは、$GaAlAs$レーザを想定していて、その構造は、n形$GaAs$基板1にn形$GaAlAs$2、$GaAs$活性層3、p形$GaAlAs$4、p形$GaAs$5を次次と成長させ、さらに絶縁物6を介して正電極8を、また基板1の下側には負電極7を取りつけて成つている。活性層3の典形的な厚さは0.2 μm程度であり、ダブルヘテロ構造により、電流注入によるキヤリヤと、光とのとじこめをはかり、しきい値電流を小さくする工夫が重要であり、このため、絶縁膜6に開けた開口を介してp形$GaAs$層5にオーミック接触し、活性層3へ電流を注入する実質的な電極部分10としての電極ストライプの幅Wは、10 μm程度にしてある。こうした従来形半導体レーザでは電極ストライプ10の幅は均一で、一般には、半導体結晶の片側の劈開面から、他方の劈開面までの全長が電極となつている。最近では、結晶端面付近をレーザ光に対して透明にすれば、レーザ光による結晶の破壊限界を大幅に引上げることができ、したがつて光出力を増大できるという例もある。この場合でも、電極10は結晶端面付近を除いて全長にわたつて均一な幅の連続したストライプとなつている。

本発明は、これに対して、実質的な電流注入

電極領域10を不規則なパターンによる各小領域から成るように構造的改変を施したものである。第2図に先づ第一の実施例を示すが、第1図中と同一符号は同一の構成子を示し、また、実質的に本発明に係る電極部分以外の　成部分1～7に就いては特に改変の必要がないので、第2図中でもこれ等構成子1～7は適宜省略して示してある。

この第一実施例では、正電極8にあつて、レーザ活性層への実質的な電流注入電極10となる領域を、長さ方向に互いに離間した小電極領域10i（i＝1，2，・・・・・n）から成るように構成しており、全体として見ると不規則な電極パターンとなつている。そして、各隣接小電極部分間の各絶縁部分9j（j＝1，2，・・・・・n－1）には、一般には絶縁膜が介在する。尚、パターンによつては長さ方向両端の小電極部分10₁，10ₙの外側にも絶縁部分9₀（図示せず）、9ₙが設けられることもある。

この実施例では、各小電極領域10i及び絶縁

部分9iの幅は総て等しくWであつて、例えば10μm程度としているが、長さに就いては様々に異ならせている。各小電極領域10iの長さaiと、絶縁部分9jの長さbjにつき具体的な数値例を挙げるなら、例えば、$a_1 = 8.1\ \mu m$、$b_1 = 9.8\ \mu m$、$a_2 = 7.7\ \mu m$、$b_2 = 5.7\ \mu m$、$a_3 = 7.1\ \mu m$、$b_3 = 7.8\ \mu m$、$a_4 = 8.5\ \mu m$、$b_4 = 6.6\ \mu m$ ・・・・・というように、ある範囲の値で（上限、下限が定まつていて）、ある間隔（近接する二つの値の間にもある差が常にある）で、乱数的に決定される値とする。このように不規則電極パターンを持つ半導体レーザに電流を注入すると、半導体レーザの発振方向の励起キャリヤ密度が不均一となる。このようにすると発振スペクトルは単一縦モードではなくマルチモードにすることができる。

第3A，B図は、夫々、第二、第三の実施例として不規則な電極パターンの他の例を示しており、電流注入電極10部分のみを平面図的に示している。第3A図示のものは、ストライプ電

極10の幅を長さ方向の各部位で異ならせたものであつて、見方を変えれば、既述の小電極領域10iを長さ方向に連続させ、長さaiの変化と共に各小電極領域の幅wi（i＝1，2，・・・・・n）を様々に変化させたものということができる。一方、第3B図示のものは、第2図示の実施例のように、隣接小電極領域10i，10i+1間に絶縁領域9jを持つているが、各小電極領域10iの長さai及び幅wiと共に、この絶縁領域の各々の長さbj、幅wjも変化させたものである。

第4図は、更に他の実施例乃至使用例を示しており、第2図示実施例における小電極領域10iを二つの群に分けて（例えばiが奇数の領域の群と偶数の領域の群とに分けて）、各群を夫々互いに異なる周波数f_a，f_bの高周波バイアス源11a，11bに接続している。そして、一方の高周波バイアス源11aからの注入電流は、直流動作電流の約10分の1程度とし、他方の高周波バイアス源11bの電流の大きさは必要に応じて選択して注入する。各周波数f_a，f_bの周波数差を

Δf とし、この半導体レーザを用いた自己結合効果による光メモリピックアップの取扱うキャリヤ信号周波数をfとすると、これらの値には、

$$f_a,\ f_b,\ \Delta f > 2f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

の関係が必要である。光ディスクの読取を想定し、$f = 20\ MHz$として、たとえば$f_a = 178\ MHz$、$f_b = 380\ MHz$などとすれば良い。この半導体レーザは、励起キャリヤ密度が、空間的に不均一であるに加えて時間的にも不均一であるから、発振スペクトルは単一縦モードではなく、マルチモードとなる。時間的に励起キャリヤが変動すると、光出力もそれに対応して変動することになるが、光ディスク読取への応用を考えて、式(1)が満足されれば、検出信号をエレクトロニクス処理して、所望の信号として取り出すことができる。

第5図は本発明の半導体レーザの出力側端面に反射防止膜12と、反対側端面に高反射膜13とをつけて、ビデオ・ディスク用光ピックアップを　成した一応用例の模式図である。出力側端

面に反射防止膜をつけると無い場合の劈開面反射率分約32%だけ、半導体レーザの利得が低下するので、その分を反対側に高反射膜、たとえば反射率90%程度、を付加する。このようにして半導体レーザの利得としては低下を見ることはなく、自己結合効果による光出力変化、端子電圧変化を極めて増大することが出来、信号検出のS/N比を非常に大きくすることが出来る。半導体レーザは電源B、抵抗Rを通して駆動される。反射防止膜を付加した側の出力光は公知手法により、コリメートレンズL_1および集束用レンズL_2によりビデオ・ディスクDの表面に集束照射され、ディスク上の情報に応じた反射光により、半導体レーザの光出力が変化するから、後方の高反射率膜からわずかに出てくる光をフォトダイオード14で検出するか、半導体レーザの電極間端子13，13の電圧変化を、コンデンサーCを介して検出すれば良い。

上記の実施例では、一対の正負電極8，9の中、正電極8に本発明を適用している。しかし、

場合に依つては、負電極9に対して、或いはまた双方の電極に対して不規則電極パターン構成を採つても良い。

ここで、本発明の構成により、マルチモード発振を起こすことができる理由を再めて簡単にまとめておく。

冒頭にも述べたが、初期の半導体レーザでは結晶成長技術が未熟であつたため、結晶内にこまかな欠陥が散在したり、電流注入がどうしても不均一であつたため、励起キャリヤが不均一となり、単一縦モード発振が困難であつた。結晶内欠陥を極めて小さくすることが出来るようになるに従つて、単一縦モード化が可能になつた。さらに注入電流を増大するに従い、周波数プーリングという誘導放出にともなう量子エレクトロニクスの教える原理により、半導体レーザの両劈開面で定まるファブリ・ペロー共振器モードの内最強のものが成長し、単一縦モード性が強くなる。この周波数プーリングの効果は、半導体レーザでは他のガスレーザ等に比較して

極めて強く、このため半導体レーザの発振周波数の温度依存性が当初考えられたように比例する関係ではなく、モードホップをともなう階段形変化の関係にあることが実験事実として判明した。この階段形変化のため、半導体レーザの単一縦モード性、ひいては可干渉性が常識をはるかに超えたものになつた理由である。可干渉性の優れた半導体レーザとして、埋め込み形ヘテロ構造（BH形）、チャンネル・ストライプ・プレーナー構造（CSP形）などのくりこみ形導波路構造のものが有名である。これらは横モードが制御され易く、単一縦モードになり易い。しかし、これらの半導体レーザでも、自己結合効果を用いる光学配置をした場合には、マルチモードにもなる。この場合はもどり光により、半導体レーザの励起キャリヤ分布が不均一になり、これにもとづく結晶内部の屈折率変化が引き起され、いくつかのファブリ・ペロー共振器モードが発振し、マルチモード発振となると説明することが出来る。

従つて、本発明構成のように、半導体結晶内部の励起キャリヤ密度が少くとも空間的に、実施例によつては時間的にも変調すると、同時に、あるいは、時々刻々に多数のファブリ・ペロー共振器モードが発振し、ある時間内で発振スペクトルを観測すると、マルチモード発振と見ることができる。以上の様にして、横モードは制御しつつ、マルチモード発振を可能にすることができる。

最後に、製法に就き述べると、本発明の半導体レーザと従来形の半導体レーザの作製法での相異点は、主として従来形の均一な電極に対して不規則電極パターンを作製することであり、これは、単に電極作製時に特有のマスクを用意するだけですむ。このマスク作製は、フォトレジストとか電子ビーム露光装置など、LSIなどの半導体素子を作製する技術で十分に開発されているものであり、最近では分解能0.1～0.2 μm のマスク作製は十分可能であり、先に述べた乱数的に決定される幅や長さの電極形状を作

製することが出来る。また、半導体レーザの端面に反射防止膜や、高反射率膜を付加するのも周知技術で容易である。

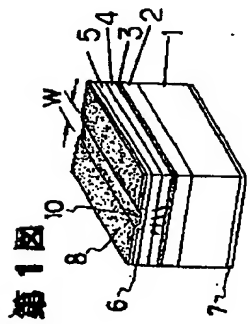
以上、詳記のように、本発明によれば、安定で信頼性の高いマルチモード発振半導体レーザが提供でき、半導体レーザの自己結合効果を用いた、光ディスク読取技術の実用化等に大いに寄与し得るものである。

4. 図面の簡単な説明

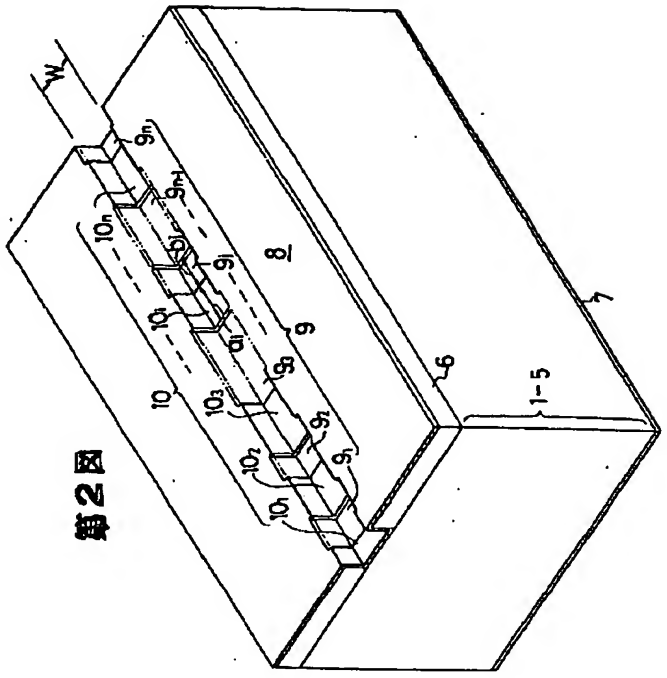
第1図は従来の単一縦モード発振半導体レーザの構成図、第2図は本発明第一の実施例の要部概略構成図、第3A，B図は、夫々、第二、第三の実施例の要部の平面図的な概略構成図、第4図は同じく更に他の実施例の説明図、第5図は実際に応用装置を組む場合の一例の説明図、である。

図中、3はレーザ活性層、10は非活性層への電流注入電極領域、10_iは各小電極領域、11a，11bは高周波バイアス源、である。

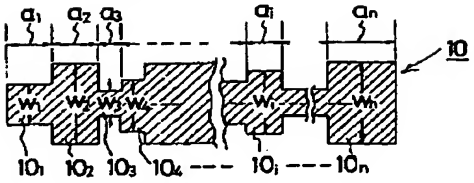
第1図



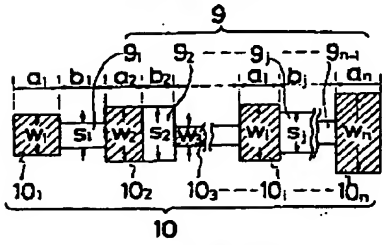
第2図



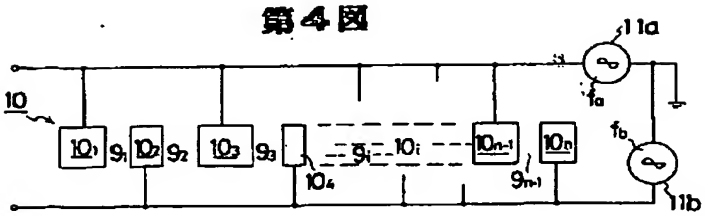
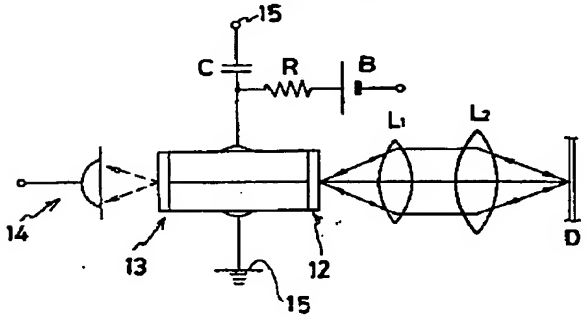
第3図(A)



第3図(B)



第4図



第5図